

О.В. СЕРАЯ, канд. техн. наук, НТУ "ХПИ",
Л.В. БАЧКИР

СТОХАСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЕРА

Розглянуто проблему комівояжера високої розмірності для випадку, коли відстані між пунктами – випадкові величини. Запропоновано декомпозиційний алгоритм рішення задачі. Використано кластеризацію пунктів обходу та генетичний алгоритм пошуку найкоротших локальних шляхів.

The traveling salesman task of high dimension is considered in the case of when distances between points are random variable. The decomposition algorithm of task decision is offered. The cluster of bypass points and genetic algorithm of short local ways search is used.

Постановка проблемы и обзор литературы. Каноническая задача коммивояжера формулируется следующим образом: для заданной совокупности n пунктов при известной матрице расстояний между ними необходимо отыскать кратчайший маршрут без потерь обхода этих пунктов [1]. При этом под "расстоянием" между пунктами понимают не обязательно длину пути, это могут быть и некоторые другие величины (например, затраты на переезд, продолжительность переезда и т.п.). Задача коммивояжера это NP -полная задача – время ее решения экспоненциально растет с увеличением числа пунктов. Поэтому известные алгоритмы решения этой задачи эффективны только в случае невысокой размерности ($n \approx 20$) [2, 3]. Сравнительно недавно показана возможность использования для решения задачи коммивояжера генетических алгоритмов (ГА) [4, 5]. Как показывает практика, при этом размерность решаемых в приемлемое время задач существенно возрастает ($n \approx 100$). Однако, во многих случаях возникает необходимость решения этой задачи гораздо более высокой размерности ($n \approx 1000$). Для решения такой задачи может быть использован следующий декомпозиционный алгоритм. Сначала все множество пунктов с применением какой-либо процедуры кластеризации разбивается на некоторое число групп. Далее отыскивается рациональный порядок обхода этих групп и устанавливаются точки входа и выхода для смежных групп. Теперь для каждой отдельной группы определяется кратчайший маршрут, соединяющий точки входа и выхода, и, наконец, эти маршруты объединяются. Эта процедура просто реализуется и очень эффективна.

Задача существенно усложняется, если расстояния между пунктами – случайные величины. Понятно, что стандартный ГА в этой ситуации непосредственно применен быть не может. В связи с этим **целью статьи** является разработка технологии использования ГА для решения стохастической задачи коммивояжера.

Постановка задачи. Пусть в задаче коммивояжера заданы плотности распределения $\varphi_{ij}(R_{ij})$ случайных значений "расстояния" R_{ij} между пунктами i и j , например, в виде нормального распределения [6]

$$\varphi_{ij}(R_{ij}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{ij}} \exp\left\{-\frac{(R_{ij} - m_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}\right\}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

С учетом стохастической природы "расстояний" между пунктами введем понятие удаления одного пункта от другого, количественно оцениваемое как вероятность того, что случайное "расстояние" между пунктами окажется больше некоторого определенным образом выбранного порогового. При этом будем считать, что удаление одного пункта от другого тем больше, чем выше эта вероятность. В соответствии с (1) удаление пункта j от пункта i оценивается по формуле

$$u_{ij} = \int_{R_l}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{ij}} \exp\left\{-\frac{(R_{ij} - m_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}\right\} dR_{ij}, \quad (2)$$

где R_l – некоторый выбранный порог.

Понятно, что введенный показатель может быть использован для оценки удаления не обязательно смежных на маршруте пунктов. С учетом этого показателя сформулируем задачу отыскания кратчайшего маршрута.

Основные результаты. Решение задачи начинается с кластеризации [7, 8] пунктов обхода с учетом их удалений друг от друга. Процедуру кластеризации опишем вначале для случая, когда число кластеров p и центры группирования заданы (в качестве каждого из центров группирования выбирается какой-то из пунктов). Процедура кластеризации является пошаговой. Пусть к очередному $(l+1)$ -му шагу l пунктов уже распределены по кластерам, образовав разбиение множества E всех подлежащих кластеризации пунктов на два подмножества: E_l^+ (распределенные) и E_l^- (не распределенные). Для каждого из оставшихся $(n - p - l)$ пунктов подмножества E_l^- , например, i -го, по формуле (2) рассчитывается удаление u_{ij} до каждого, например, j -го центра группирования. В этой формуле R_l – значение порога, вычисленное к l -му шагу. Теперь на множестве $\{u_{ij}\}$, $i \in E_l^+, j = 1, 2, \dots, p$, отыскиваем пару (i_0, j_0) по правилу

$$(i_0, j_0) = \arg \min_{\substack{i \in E_l^+ \\ j}} \{u_{ij}\}. \quad (3)$$

При этом пункт i_0 добавляется к кластеру j_0 и вычисляется новое значение порога $R_{l+1} = m_{i_0 j_0}$. Кроме того, корректируется разбиение множества E на подмножества распределенных и нераспределенных пунктов:

$$E_{l+1}^+ = E_{l+1}^+ \cup i_0, \quad E_{l+1}^- = E_{l+1}^- \setminus i_0.$$

На следующем шаге процедура повторяется до полного распределения по кластерам. В случае, если центры группирования не заданы для выбранного числа p кластеров отыскиваются p пунктов так, чтобы минимальное удаление между ними было максимально. В результате решения задачи кластеризации получаем p групп пунктов. Пусть теперь E_k – множество номеров пунктов, вошедших в k -й кластер, $k = 1, 2, \dots, p$. Далее в каждой группе рассчитаем положение центра тяжести, используя соотношения

$$X_{u.m.}^{(k)} = \frac{1}{n_k} \sum_{i \in E_k} x_{ki}; \quad Y_{u.m.}^{(k)} = \frac{1}{n_k} \sum_{i \in E_k} y_{ki}.$$

Здесь x_{ki} – абсцисса i -го пункта из k -й группы, y_{ki} – ордината i -го пункта из k -й группы, n_k – число пунктов в k -й группе.

Полученные координаты p точек – центров тяжести кластеров используем для отыскания с помощью обычного ГА маршрута рационального обхода этих кластеров. После этого для каждой пары смежных на полученном маршруте кластеров найдем кратчайшую перемижку. С этой целью составим множество пар пунктов, принадлежащих разным кластерам из выбранной пары смежных. Пусть n_1 – число пунктов первого из пары кластеров, а n_2 – число пунктов второго из них. По формуле (2) рассчитаем множество значений $u_{i_1 i_2}$, $i_1 = 1, 2, \dots, n_1$, $i_2 = 1, 2, \dots, n_2$, из которых найдем пару (i_{10}, i_{20}) наименее удаленных по правилу (3). При этом в соотношении (2) в качестве значения порога используем половину расстояния между центрами тяжести выбранной пары кластеров. Теперь пункт i_{10} полагаем пунктом выхода из первого кластера смежной пары, а пункт i_{20} – пунктом входа во второй. Процедура повторяется для всех смежных пар кластеров.

На очередном этапе общей процедуры в каждом кластере решается стохастическая задача отыскания кратчайшего маршрута для заданных пунктов входа и выхода. С этой целью построим стохастический аналог детерминированного генетического алгоритма. Принципиальным элементом соответствующей вычислительной процедуры является технология расчета критерия качества особей, вошедших в популяцию, сформированную на очередном шаге ГА. Пусть кластер содержит s пунктов. Введем индикатор

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если соответствующий выбранной особи маршрут связывает} \\ & \text{пункты } i \text{ и } j \text{ непосредственно,} \\ 0, & \text{в противном случае, } i = 1, 2, \dots, s-1, \quad j = 2, 3, \dots, s. \end{cases}$$

Тогда случайная длина маршрута, соединяющего найденные на предыдущем этапе пункты входа и выхода рассматриваемого кластера, определяется соотношением

$$R_\Sigma = \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s R_{ij} w_{ij}.$$

С учетом (1) считаем, что плотность распределения случайной величины R_Σ имеет вид

$$\varphi(R_\Sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\Sigma} \exp\left\{-\frac{(R_\Sigma - m_\Sigma)^2}{2\sigma_\Sigma^2}\right\}; \quad m_\Sigma = \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s m_{ij} w_{ij}; \quad \sigma_\Sigma^2 = \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s \sigma_{ij}^2 w_{ij}.$$

Тогда вероятность того, что случайная величина R_Σ превысит некоторый порог R_Π вычисляется по формуле

$$P(R_\Sigma \geq R_\Pi) = \int_{R_\Pi}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\Sigma} \exp\left\{-\frac{(R_\Sigma - m_\Sigma)^2}{2\sigma_\Sigma^2}\right\} dR_\Sigma = \int_{\frac{R_\Pi - m_\Sigma}{\sigma_\Sigma}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du. \quad (4)$$

Поставим теперь задачу отыскания маршрута $W = (w_{ij})$, минимизирующего (4). Ясно, что эта задача эквивалентна максимизации

$$L(x) = \frac{R_\Pi - m_\Sigma}{\sigma_\Sigma} = \frac{R_\Pi - \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s m_{ij} w_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s \sigma_{ij}^2 w_{ij}\right)^{\frac{1}{2}}}. \quad (5)$$

В качестве R_Π естественно выбрать длину кратчайшего маршрута, связывающего начальную и конечную точки кластера, рассчитываемую с использованием обычного ГА в предположении, что расстояния между пунктами детерминированы и определяются набором $\{m_{ij}\}$.

Преобразуем выражение (5). Число звеньев в любом связном маршруте, соединяющем s пунктов без петель, равно $s-1$. Действительно, так как необходимые условия, определяющие требования к маршруту, имеют вид

$$\sum_{i=1}^{s-1} w_{ij} = 1, \quad j = 2, \dots, s; \quad \sum_{j=2}^s w_{ij} = 1; \quad i = 1, 2, \dots, s-1,$$

то

$$\sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s w_{ij} = s-1.$$

Тогда

$$L(x) = \frac{\frac{R_{\Pi}}{s-1} \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s w_{ij} - \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s m_{ij} w_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s \sigma_{ij}^2 w_{ij} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{\sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s \left(\frac{R_{\Pi}}{s-1} - w_{ij} \right) w_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s \sigma_{ij}^2 w_{ij} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{\sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s r_{ij} w_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{s-1} \sum_{j=2}^s \sigma_{ij}^2 w_{ij} \right)^{\frac{1}{2}}}. \quad (6)$$

Выражение (6) для любого допустимого маршрута определяет значение критерия его качества тем большее, чем меньше вероятность (4) превышения длиной этого маршрута заданного порога.

В связи с этим ясно, что критерий (6) может быть использован при формировании новой популяции ГА в результате селекции после применения стандартных процедур скрещивания, мутации, рекомбинации. Описанная модификация ГА для каждого кластера обеспечивает отыскание наилучшего в выбранном смысле маршрута. Теперь, связывая индивидуальные маршруты кластеров "перемычками", найденными ранее, получим искомый маршрут, являющийся решением задачи.

Выводы. Таким образом, предложена вычислительная процедура решения задачи коммивояжера для случая, когда расстояния между пунктами – случайные величины с известной плотностью распределения. Для решения задачи использован декомпозиционный алгоритм, редуцирующий исходную сложную задачу к последовательности существенно более простых. Предложенная методика позволяет успешно решать стохастические задачи коммивояжера высокой размерности.

Список литературы: 1. Miller C.E., Tucker A.W., Zemlin R.A. Integer Programming Formulation of Traveling Salesman Problems // Journal of the Association of Computing Machines. – 1960. – 7. – P. 326–329. 2. Литтл Дж., Мурти К., Суини Д., Кэрел К. Алгоритм для решения задачи о коммивояжере // Экономические и математические методы. – 1965. – Е. 1. – № 1. – С. 34–41. 3. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. – М.: Наука, 1969. – 328 с. 4. John Holland. Genetic algorithms and the optimal allocation of trials. SIAM Journal on computation. – 1973. – 2. – P. 88–105. 5. Лысенко Ю.Г., Иванов Н.Н., Минц А.Ю. Нейронные сети и генетические алгоритмы. – Донецк: Юго-восток, 2003. – 230 с. 6. Венцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: ГИФМЛ, 1962. – 564 с. 7. Дюран Б., Одел П. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 1977. – 126 с. 8. Классификация и снижение размерности / Айзазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. / Под ред. Айвазяна С.А. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.

Поступила в редакцию 25.09.2006

УДК 620.179.16:620. 79.17

Г.М. СУЧКОВ, д-р техн. наук, НТУ "ХПИ",
Е.А. АЛЕКСЕЕВ, канд. ф.-мат. наук, РИ НАНУ (г. Харьков),
В.В. ЗАХАРЕНКО, канд. техн. наук, РИ НАНУ (г. Харьков),
Р.А. МОТИЕНКО, РИ НАНУ (г. Харьков),
Е.Л. НОЗДРАЧЕВА, НТУ "ХПИ",
А.В. ДОНЧЕНКО, ООО "Квазар-микро" (г. Киев),
М.В. АНАНЬИНА, НТУ "ХПИ"

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ ПРИБОРАХ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Наведено приклад реалізації в ЕМА дефектоскопії алгоритму обробки інформації з використанням програмного та апаратного методів. Експериментально встановлено можливість підвищення чутливості приладу приблизно в 10 разів.

The example of realization the algorithm of treatment information with use the programming and device methods in the EMA fault detector are given. The opportunity of increase of sensitivity of the device approximately in 10 times is experimentally established.

Постановка проблемы и анализ литературы. Основные способы и методы дефектоскопии металлоизделий хорошо известны и широко применяются в промышленности Украины и других стран [1]. Одним из перспективных методов ультразвукового контроля является электромагнитно-акустический (ЭМА) [2]. Однако, ему свойственна недостаточная чувствительность [3]. Устранить отмеченный недостаток возможно за счет применения современных методов обработки информации, получаемой при контроле изделий [4 – 7].

Анализ известных литературных источников [8 – 9] позволил установить, что для достижения поставленной цели необходим комплексный подход – обработка информации на всех стадиях формирования полезного сигнала аппаратным и программным путем.

Цель статьи – повышение чувствительности приборов неразрушающего контроля.

ЭМА дефектоскоп. Рассмотрим современный прибор неразрушающего контроля на примере ЭМА дефектоскопа для контроля калиброванных прутков круглого и шестигранного сечения объемными сдвиговыми и поверхностными волнами. Внешний вид

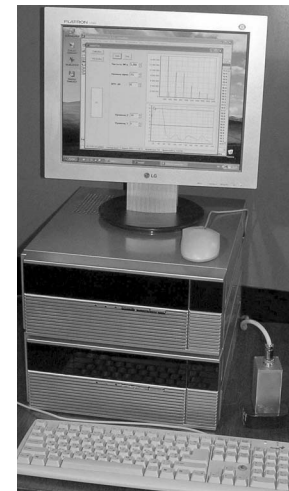


Рис. 1. Внешний вид дефектоскопа

разработанного прибора приведен на рис. 1. Новый ЭМА дефектоскоп обеспечил предельную эквивалентную чувствительность по внутренним дефектам – выявляет дисковый отражатель, оптимально расположенный относительно ЭМАП, диаметром 1,2 мм, а по поверхностным дефектам – выявляет продольную канавку, оптимально расположенную относительно ЭМАП, размерами 0,5×0,5×50 мм.

Принцип работы дефектоскопа заключается в ультразвуковом зондировании образца ЭМА преобразователем с последующим анализом полученных результатов. При наличии дефектов в образце возникают отраженные от дефектов сигналы или ослабляется амплитуда донных импульсов. Эти признаки являются критериями оценки качества прутков.

Структурная схема дефектоскопа приведена на рис. 2. Дефектоскоп состоит из электронного блока, блока обработки на базе процессора Sempron 2200+ и ЖК монитора. В комплект также входят ЭМА преобразователи объемных сдвиговых и поверхностных волн и датчик

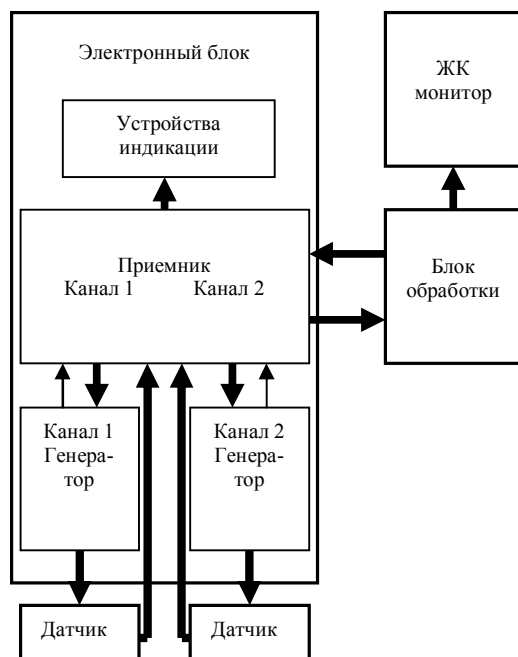


Рис. 2. Структурная схема дефектоскопа

выбранного канала передается на выходной усилитель на основе МС AD603. Блок оцифровки (рис. 3), преобразует сигнал в цифровой код и сохраняет его в буферной памяти для пересылки в блок обработки. Он состоит из кварцевого генератора 32 МГц, RS-триггера (МС 74AC00), аналого-цифрового

преобразователя (АЦП) на основе AD9203 и буферной памяти "first in first out" (FIFO) CY7C429. Блок обработки создан на основе процессора Sempron 2200+, системной платы A7V400-MX и платы цифрового ввода-вывода PCI-1751. Данные из приемника пересылаются в блок обработки, где производится их анализ. Результаты обработки выводятся как на ЖК монитор, так и передаются в электронный блок для обеспечения работы систем автоматики, а также световой и звуковой сигнализации.

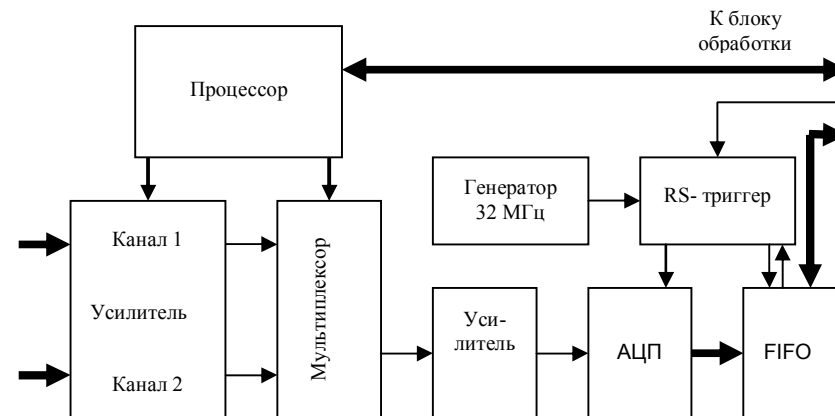


Рис. 3. Структурная схема приемника

Первый уровень индикации используется только для объемных сдвиговых волн при зеркально-теневом методе контроля – зеленый светодиод и низкий тон звуковой сигнализации соответствуют уменьшению суммы мощности первых четырех донных сигналов до уровня 84% от значения, полученного во время калибровки на стандартном образце предприятия. Он включается только при работе с датчиком объемных сдвиговых волн (канал 1). При этом происходит интегральное ослабление ("рассыпание") последовательности донных сигналов (используется при обнаружении наклонных дефектов или дефектов не оптимально ориентированных по отношению к ультразвуковому лучу).

Второму уровню срабатывания системы АСД соответствует желтый цвет и звуковой сигнал средней высоты. Срабатывание системы обуславливается наличием в зоне контроля эхо сигналов от дефектов заданного размера. Величина предельной амплитуды эхо сигнала устанавливается также при калибровке дефектоскопа на стандартном образце предприятия. Появление эхо сигналов означает, что отражение от дефекта превысило первый минимально допустимый порог. Третьему уровню срабатывания системы АСД соответствует красный цвет и самый высокий тон звуковой сигнализации. Появление этих сигналов означает, что отражение от дефекта превысило

второй допустимый порог.

Алгоритм работы дефектоскопа следующий. Блок обработки задает номер канала и формирует сигнал сброса для буферной памяти FIFO. Сигнал сброса служит одновременно и сигналом запуска измерений. Сигнал запуска обеспечивает старт формирования тестового сигнала в выбранном канале генератора. После передачи в образец тестового сигнала микропроцессор генераторного блока формирует сигнал старта для блока оцифровки. Этот сигнал устанавливает RS-триггер в блоке приемника, который разрешает тактирование запуска АЦП и синхронную запись результатов преобразования в буферную память FIFO. После заполнения буферная память формирует сигнал сброса RS-триггера, запрещая дальнейшее тактирование АЦП и FIFO. Этот же сигнал активизирует прием блоком обработки данных из буферной памяти. После усиления принятого сигнала (эхо или донного) производится первичная фильтрация посредством корреляции опорного сигнала в виде одного периода частоты зондирующего импульса и принятого пакета, имеющего ту же частоту заполнения. При этом учитывается, что частота ультразвука может изменяться оператором. Полученная реализация возводится в квадрат и сглаживается. Затем выполняется повторная корреляционная обработка с использованием в качестве опорного сигнала функции вида "синус в квадрате". При появлении импульсных помех значительной амплитуды дополнительно производится накопление заданного количества импульсов от различных зондирований объекта контроля. Экспериментально установлено, что принятый алгоритм обработки позволил повысить чувствительность прибора примерно в 10 раз.

Выводы. Показана высокая эффективность применения методов обработки информации в приборах неразрушающего контроля. Разработан новый ЭМА дефектоскоп, чувствительность которого повышена в 10 раз.

Список литературы: 1. Патон Б.С., Тройцкий В.О., Посипайко Ю.М. Неруйнівний контроль в Україні // Информ. бюл. Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики. – 2003. – № 2 (18). – С. 5–9. 2. Сучков Г.М. О главном преимуществе ЭМА способа // Дефектоскопия. – 2000. – № 10. – С. 67–70. 3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с. 4. Сучков Г.М. Новые методы ультразвукового контроля ЭМА способом на основе адаптации радиолокационных технологий // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – К., 2005. – № 3. – С. 38–42. 5. Сучков Г.М. Обработка информации. Повышение возможностей корреляционного анализа в ЭМА приборах // Контроль. Диагностика. – М., 2004. – № 12. – С. 13–16. 6. Сучков Г.М. Возможности линейной частотной фильтрации в ЭМА приборе // Контроль. Диагностика. – М., 2004. – № 10. – С. 20–21. 7. Сучков Г.М. Обработка информации. Возможности корреляционного анализа при толщинометрии ЭМА способом // Контроль. Диагностика. – М., 2002. – № 8. – С. 37–40. 8. Сучков Г.М. Возможности современных ЭМА-толщиномеров // Дефектоскопия. – 2004. – № 12. – С. 16–25. 9. Сучков Г.М. Современные возможности ЭМА дефектоскопии // Дефектоскопия. – 2005. – № 12. – С. 24 – 39. 10. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.

Поступила в редакцию 10.11.2006

УДК 651.326

Н.В. ТКАЧУК, д-р техн. наук, НТУ "ХПИ",
А.А. ЗЕМЛЯНОЙ, НТУ "ХПИ",
В.А. ЧУГАЙ, НТУ "ХПИ"

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ СОСОМО II В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Розглянуто сучасні системи управління вимогами та їх типову функціональність. На основі огляду інформаційних джерел запропоновано розширення типової функціональності таких систем можливістю знаходження конфігурацій вимог, що задовольняють ряду обмежень. Даний підхід реалізується шляхом використання моделі СОСОМО II та шаблонів специфікацій на базі стандартів IEEE.

The proposed paper includes a review of the modern requirements management systems. Based on the information sources review the extension of the system's typical functionality is proposed. The approach introduces a possibility of finding configurations of system requirements within defined constraints. Its implementation is based on the cost model COCOMO II and typical requirements specification extracted from IEEE standards.

Постановка проблемы. Разработка программного обеспечения (ПО), рассматриваемая как система производственных и управленческих процессов, в настоящее время достаточно подробно освещена и стандартизирована во множестве официальных и корпоративных документов таких организаций как ISO (International Organization for Standardization), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), SEI (Software Engineering Institute), а также таких ведущих производителей ПО как Microsoft, Agile, IBM и ее подразделения Rational. Так, например, фактический стандарт в области программной инженерии SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge) определяет следующие основные составляющие процесса создания ПО: *разработка требований* (Software Requirements), *проектирование ПО* (Software Design), *реализация ПО* (Software Construction), *тестирование* (Software Testing), *сопровождение и поддержка* (Software Maintenance) [1].

Первый этап, разработка требований к ПО, во многом определяет успех последующих, зависящих от него этапов [2]. Очевидно, что проектирование и реализация ПО проводится на основе разработанных спецификаций системных требований (СТ), а тестирование должно гарантировать соответствие произведенного продукта СТ, предъявляемым к нему со стороны заказчика. Ошибки, допущенные на этапе разработки требований, дают мультипликативный эффект на последующих этапах. От степени точности СТ зависит и основная характеристика разрабатываемого ПО – его качество.

Управление СТ связано и с другими процессами, непосредственно связанными и неотъемлемыми от производства ПО – процессы управления проектами, управления конфигурациями, управления системой качества производства.